

X(1-3)

51

Int. Cl. 2:

F 02 C 3/00

F 23 R 1/04

19

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DE 28 38 258 A 1

11

Offenlegungsschrift

28 38 258

21

Aktenzeichen:

P 28 38 258.3

22

Anmeldetag:

1. 9. 78

43

Offenlegungstag:

15. 3. 79

30

Unionspriorität:

32 33 31

2. 9. 77 Frankreich 7727038

54

Bezeichnung:

Brennkammeranordnung

71

Anmelder:

Societe Nationale d'Etude et de Construction de Moteurs d'Aviation
S.N.E. C.M.A., Paris

74

Vertreter:

Mitscherlich, H., Dipl.-Ing.; Gunschmann, K., Dipl.-Ing.;
Körber, W., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.; Schmidt-Evers, J., Dipl.-Ing.;
Pat.-Anwälte, 8000 München

72

Erfinder:

Caruel, Jacques Emile Jules, Dammarie les Lys;
Gastebois, Philippe Marc Denis, Melun (Frankreich)

DE 28 38 258 A 1

Dipl.-Ing. H. MITSCHERLICH
Dipl.-Ing. K. GUNSCHMANN
Dr. rer. nat. W. KÖRBER
Dipl.-Ing. J. SCHMIDT-EVERS
PATENTANWÄLTE

D-8000 MÜNCHEN 22
Steinsdorfstraße 10
☎ (089) * 29 66 84

2838258

1. September 1978

SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE
CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION
(S.N.E.C.M.A.)
2, Boulevard Victor
F-75015 Paris / Frankreich

A n s p r ü c h e :

- 1.) Brennkammeranordnung zur Verwendung in einem Turboluftstrahltriebwerk, gekennzeichnet durch ein ringförmiges Gehäuse (1), dessen stromaufwärts gelegener Teil einen Diffusor (2) für die aus einem Verdichter austretende Luft bildet, und zwei gleichachsige ringförmige Flammrohre (5, 15) im Gehäuse, deren Höhen, radial gemessen, einander im wesentlichen nahe liegen, während ihre axialen Längen verschieden sind, wobei jedes Rohr durch eine ringförmige Innenwand (6, 17) und eine ringförmige Aussenwand (7, 16) gebildet wird, die mit ihrem oberstromseitigen Teil mit einem Boden (10) verbunden sind, auf dem Kraftstoffeinspritzdüsen (9) angeordnet sind, wobei die Aussenwand des Innenrohres (5) und die Innenwand des Aussenrohres (15) miteinander an ihren unterstromseitigen Enden verbunden sind, die Aussenwand (16) des Aussenrohres (15) und die Innenwand (6) des Innenrohres (5) über die auf diese Weise gebildete Verbindungsstelle (22) hinaus verlängert sind,

909811/0910

2838258

um eine gemeinsame Verdünnungs- und Mischzone (23) für die aus den beiden Rohren austretenden Gasströme zu bilden, jedes Flammrohr einer bestimmten Drehzahl angepaßt ist, d.h., daß die Luft, die ihm zugeführt wird, ein Gemisch von stöchiometrischem Verhältnis mit dem bei dieser Drehzahl eingespritzten Kraftstoff bildet.

- 2.) Brennkammeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftstoffeinspritzung für die niedrige Betriebsdrehzahl des Triebwerks nur in das innere Flammrohr (5) geschieht, das diesen Drehzahlen angepaßt ist, wobei die axiale Länge des Rohres ausreichend ist, um die volle Durchführung der Verbrennungsreaktionen bei diesen Drehzahlen vor dem Eintreten der Gase in die gemeinsame Verdünnungs- und Mischzone zu ermöglichen.
- 3.) Brennkammeranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Verbrennung erforderliche Luft dem Innenrohr (5) durch Öffnungen (14) in seinem Boden (10), durch seine Düsen (9) und quer durch Öffnungen (12) zugeführt wird, die in in der gleichen Ebene liegenden Reihen regelmäßig verteilt und in seinen Wänden vorgesehen sind.
- 4.) Brennkammeranordnung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (9) des Innenrohres am Boden desselben mittels eines erweiterten Teils (13) eingebaut sind, dessen Volumen mit bezug auf dasjenige des Rohres gering ist, in welchem eine große Anzahl von Öffnungen (14) von kleinen Abmessungen vorgesehen sind, die das Einleiten eines Bruchteils der Luft ermöglichen, die zur Verbrennung in der unmittelbaren Nähe der Düse notwendig ist.

2838258

- 5.) Brennkammeranordnung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Innenrohr (5) mit einer Zündvorrichtung versehen ist, welche die Zündung des Kraftstoff-Luftgemisches beim Anlassen gewährleistet.
- 6.) Brennkammeranordnung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftstoffeinspritzdüsen des Innenrohres (5) vom Typ mit aerodynamischer Zerstäubung sind.
- 7.) Brennkammeranordnung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Aussenrohr (15) eine axiale Länge hat, die kleiner als diejenige des Innenrohres ist derart, daß es den hohen Drehzahlen angepasst ist, und daß sein Boden mit bezug auf denjenigen des letzteren sich stromabwärts befindet.
- 8.) Brennkammeranordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Verbrennung erforderliche Luft in das Aussenrohr durch Öffnungen in seinem Boden sowie durch Düsen eingeleitet wird.
- 9.) Brennkammeranordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Verbrennung erforderliche Luft in das Aussenrohr (15) durch Öffnungen in dessen Boden (18), durch seine Düsen und in der Querrichtung durch Öffnungen (21) eingeleitet wird, die in seinen Wänden in in der gleichen Ebene liegenden Reihen regelmäßig verteilt vorgesehen sind.
- 10.) Brennkammeranordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 7-10, dadurch gekennzeichnet, daß die

909811/0910

2838258

zum Einspritzen des Kraftstoffes in das Aussenrohr verwendeten Düsen vom Typ mit Vorverdampfung sind.

- 11.) Brennkammeranordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 7-10, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Einleiten des Kraftstoffes in das Aussenrohr verwendeten Düsen vom Typ mit aerodynamischer Zerstäubung sind.
- 12.) Brennkammeranordnung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Verdünnungs- und Mischzone (23) am stromaufwärts gelegenen Teil ihrer Wände Öffnungen (24) aufweist, die in in der gleichen Ebene liegenden Reihen regelmäßig verteilt sind und das Einleiten einer Luftmenge ermöglichen, welche die Homogenisierung der aus den beiden Baueinheiten austretenden Gasströme gewährleistet.
- 13.) Brennkammeranordnung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Einlaufdiffusor des Gehäuses ein ringförmiger Profilkörper angeordnet ist, welcher die Verteilung der Strömung zwischen den beiden Flammrohren gewährleistet.

909811/0910

2838258

körper angeordnet ist, welcher die Verteilung der
Strömung zwischen den beiden Flammrohren gewährleistet.

909811/0910

Dipl.-Ing. H. MITSCHERLICH
Dipl.-Ing. K. GUNSCHMANN
Dr. rer. nat. W. KÖRBER
Dipl.-Ing. J. SCHMIDT-EVERS
PATENTANWÄLTE

D-8000 MÜNCHEN 22
Steinsdorfstraße 10
☎ (089) * 29 66 84

2838258

1. September 1978

- 6 -

SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE
CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION
(S.N.E.C.M.A.)
2, Boulevard Victor
F-75015 Paris / Frankreich

Brennkammeranordnung

Die Erfindung betrifft eine Brennkammeranordnung, die in Gasturbinen verwendbar ist und sich vor allem für Turbo-luftstrahltriebwerke für Flugzeuge wegen der Verringerung der Menge der Verschmutzungsstoffe, die sowohl bei geringen Drehzahlen als auch bei hohen Drehzahlen erzielt werden kann, eignet.

Eine Brennkammeranordnung für eine Gasturbine wird in an sich bekannter Weise durch ein Gehäuse gebildet, dessen strom-aufseitiger Teil einen Diffusor bildet, welcher die Verlangsamung der aus einem Verdichter austretenden Luft auf einen optimalen Wert gewährleistet, sowie durch eine Brennkammer oder ein Flammrohr, die bzw. das im Gehäuse angeordnet ist. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf Vorrichtungen, bei welchen das Flammrohr von ringförmiger Bauart ist. In diesem Flammrohr finden die Verbrennungsreaktionen statt und seine wesentliche Rolle besteht darin, die Luftmenge in mindestens drei Bruchteile aufzuteilen, nämlich in die Verbrennungsluft, in die Verdünnungsluft und in die Luft, die zur Kühlung seiner Wände notwendig ist

909811/0910

und nicht an den Verbrennungsvorgängen teilnimmt. Diese Aufteilung der Luft führt dazu, dass vom stromaufseitigen zum stromabseitigen Bereich im Flammrohr eine Primärzone oder Verbrennungszone und eine Sekundärzone, die als Verdünnungszone bezeichnet werden kann und sich stromabwärts der vorhergehenden befindet, gebildet wird. Der Kraftstoff wird der Kammer durch Düsen zugeführt, die an ihrem Boden befestigt sind, d.h. stromaufwärts der Primärzone, und die entweder seine Zerstäubung auf mechanische oder aerodynamische Weise oder seine Verdampfung gewährleisten. Die Düsen vom aerodynamischen Typ sind beispielsweise in den französischen Patenten 73.23661 und 72.40166 beschrieben. Was die Verdampfungsvorrichtungen betrifft, wird auf die französischen Patente 71.26107 und 72.22811 verwiesen.

Die der Verbrennungszone zugeführte Primärluft wird in diese teilweise durch ihren Boden und gegebenenfalls durch die Düsen eingeleitet und teilweise in der Querrichtung durch in ihren Wänden vorgesehene Öffnungen.

Die Sekundärluft wird in der Querrichtung mehr stromabwärts in das Flammrohr eingeleitet. Dieses Einleiten geschieht im allgemeinen stufenweise durch eine oder mehrere Reihen von Löchern, die über seine Wände verteilt sind. Durch das stufenweise Einleiten der Sekundärluft wird eine zu plötzliche Abkühlung der heißen Gase vermieden, welche die in Gang befindlichen Reaktionen zu früh blockieren würden.

In den Brennkammern wird die Menge der Primärluft so bestimmt, dass eine Anpassung der Kammer an eine gegebene Drehzahl erhalten wird, die nachfolgend als Nenndrehzahl bezeichnet wird. Diese ist beispielsweise die Dauerbetrieb-Vollastdrehzahl, welche den Bedingungen des Reisefluges für ein bestimmtes Luftfahr-

2838258

sind, daß jede einer bestimmten Drehzahl angepaßt ist.

Erfindungsgemäß wird die innere ringförmige Baueinheit durch eine Innenwand und durch eine Aussenwand gebildet, welche Wände an ihren stromaufseitigen Teilen mit einem Boden verbunden sind, auf dem die Düsen angeordnet sind, die nur beim Leerlauf bzw. im gedrosselten Zustand beliefert werden. Die innere Baueinheit ist dem gedrosselten Zustand angepaßt, d.h., die ihm zugeführte Luft ermöglicht in dieser die Herstellung stöchiometrischer Bedingungen für den erwähnten Betriebszustand. Die Länge dieser Baueinheit wird so bestimmt, daß eine Aufenthaltszeit der Verbrennungsgase in dieser erhalten wird, die ausreicht, daß die Verbrennungsreaktionen praktisch beendet sind, bevor die Verdünnung, die an ihrem Auslaß in der mit der äusseren Baueinheit gemeinsamen Verdünnungszone stattfindet. Das zur Verbrennung notwendige Einleiten von Luft geschieht zum Teil durch den Boden der Baueinheit und durch die Düsen und zum Teil durch eine Reihe von Löchern, die regelmässig verteilt und in ihren Wänden vorgesehen sind. Das stufenweise Einleiten dieser Luft ermöglicht die Herstellung einer Zone von erhöhter Anreicherung in der Nähe der Düse, was die Zündung unter den ungünstigen Druck- u. Temperaturbedingungen begünstigt, die beim Anlassen oder bei der Nachzündung eines Turbinenluftstrahltriebwerks in der Höhe auftreten. Um eine gute Homogenisierung des Kraftstoff-Luftgemisches zu erzielen, ist es vorzuziehen, für das innere Flammrohr Düsen vom aerodynamischen Typ zu verwenden, welche den Kraftstoff in geeigneter Weise selbst bei geringen Drücken am Einlaß in die Kammer zerstäuben. Eine zusätzliche Abstufung des Einleitens der Primärluft und eine Verbesserung der Homogenisierung des Gemisches lassen sich erzielen, wenn zwischen der Düse und dem

909811/0910

Boden der Kammer ein erweiterter Zwischenteil von gegenüber dem der Kammer verringertem Volumen vorgesehen wird, der Öffnungen von geringem Durchmesser und regelmässig verteilt aufweist, welche das Einleiten eines geringen Teils der Verbrennungsluft in Form von durchdringenden Strahlen ermöglichen, die eine starke Verwirbelung unmittelbar stromabseitig der Einleitvorrichtung erzeugen.

Alle diese Anordnungen ermöglichen die Verlängerung der Aufenthaltsdauer im inneren Flammrohr und eine Verbesserung der Verteilung des Kraftstoffes in diesem bei geringen Drehzahlen und haben bei angepaßtem inneren Flammrohr zur Folge, dass die Emission von Kohlenmonoxid und unverbrannten Kohlenwasserstoffen bei diesen Drehzahlen auf ein Mindestmaß herabgesetzt wird.

Die äussere Baueinheit, die zu der vorangehend beschriebenen gleichachsig ist, hat, axial gemessen, eine Länge, die geringer als diejenige der inneren Baueinheit ist und ihr Boden befindet sich stromabseitig mit bezug auf den Boden der letzteren. Die äussere Baueinheit ist diejenige, die einer erhöhten Betriebsdrehzahl des Triebwerks angepaßt ist, beispielsweise der Reisedrehzahl oder der Startdrehzahl.

Die Luft, die ihr zugeführt wird, bildet daher bei der gewählten Nenndrehzahl ein stöchiometrisches Gemisch mit dem Kraftstoff, der durch die am Boden befestigten Düsen eingeleitet wird, die bei dieser Drehzahl beliefert werden. Die äussere Baueinheit wird durch eine ringförmige Aussenwand und durch eine ringförmige Innenwand gebildet, deren stromabseitiges Ende mit dem stromabseitigen Ende der Aussenwand der inneren Baueinheit verbunden ist. Die Wände des äusseren Rohres sind

zeug entspricht. Es kann auch die maximale Betriebsdrehzahl des Triebwerks sein, die beim Start erreicht wird. Die Anpassung entspricht in der Tat dem Erzielen von stöchiometrischen Bedingungen in der Verbrennungszone für die Nenndrehzahl, d.h. daß das Verhältnis der spezifischen Kraftstoff- und Luftmengen bei dieser Drehzahl stöchiometrisch ist. Da die Reaktionsgeschwindigkeit unter stöchiometrischen Bedingungen maximal ist, ist dies für das Erzielen einer vollständigen Verbrennung günstig, da die Abgase dann nur mehr geringste bzw. unerhebliche Mengen von Schmutzstoffen enthalten, wie Kohlenmonoxid (CO) oder die teilweise verbrannten Kohlenwasserstoffe. Hierbei ist jedoch zu erwähnen, daß eine Verbrennung unter stöchiometrischen Bedingungen die Bildung von Stickoxiden (NOx) wegen der erreichten hohen Temperaturen begünstigt.

Infolge ihrer Bauform ist es bei den gegenwärtig verwendeten Brennkammern schwierig, einen guten Kompromiß zwischen den Verschmutzungsbelastungen an NOx-CO bei niedriger Drehzahl und bei hoher Drehzahl zu erzielen, da die Anpassung an eine hohe Drehzahl eine hohe Emission an Stickoxiden bei dieser Drehzahl nach sich zieht und schlechte Verbrennungsbedingungen bei geringen Drehzahlen zur Folge hat, insbesondere beim Rollen auf dem Boden, so daß beträchtliche Emissionen an Kohlenmonoxid und unverbrannten Kohlenwasserstoffen verursacht werden.

Die Konstrukteure sahen sich daher veranlaßt, die Kompromißlösungen zu adoptieren, um den vorliegenden Normen hinsichtlich der maximalen Mengen der Verschmutzungsstoffe Rechnung zu tragen, die im Laufe eines normalisierten Zyklus von der Art austreten, wie sie durch die in der Ausarbeitung befindlichen Regelungen empfohlen wer-

2838258

den, und die mehrere verschiedene Betriebsphasen des Triebwerkes umfaßt. Es ist jedoch zu erwähnen, daß bei den Normenplänen das Bestreben besteht, noch drakonischere Beschränkungen aufzuerlegen, die durch keines der gegenwärtig in Betrieb befindlichen Triebwerke berücksichtigt werden. Die Konstrukteure von Turbinenluftstrahltriebwerken suchen daher nach neuen Lösungen für die Gestaltung der Kammern, die es ermöglichen, weitestgehend den Forderungen hinsichtlich der Emission von Verschmutzungsstoffen gerecht zu werden. Es sind verschiedene Anordnungen vorgeschlagen worden und insbesondere die Verwendung von ringförmigen Brennkammern mit zwei überlagerten Baueinheiten, wie in dem französischen Patent 73.08819 beschrieben. Bei dieser Ausführungsform ist eine der Baueinheiten ein herkömmliches Flammrohr, das für niedrige Drehzahlen bestimmt ist, während die andere eine Kammer von der Bauart mit Vormischung ist, deren Wirkungsweise ähnlich der einer Nachverbrennungskammer für die hohen Drehzahlen ist. Diese Art von Kammer ist jedoch von delikater Natur, vor allem einerseits wegen der Gefahren des Flammenaufholens stromauf der Baueinheit, die für die hohen Drehzahlen bestimmt ist, und andererseits wegen der Probleme der Mischung der aus den beiden Baueinheiten austretenden Ströme.

Aufgabe der Erfindung ist, eine andere Lösung zu ermöglichen, bei welcher die Brennkammer durch zwei ringförmige Flammrohre oder gleichachsige Baueinheiten gebildet wird, die in eine gemeinsame Verdünnungszone münden, in welche Luft so weit stromauf wie möglich eingeleitet wird. Jede der beiden Baueinheiten ist ähnlich der Verbrennungszone eines herkömmlichen Flammrohres ausgebildet. Die Höhen der beiden Baueinheiten liegen, radial gemessen, einander nahe, während ihre axialen Längen so verschieden

909811/0910

2838258

mit ihren stromaufseitigen Enden mit einem Boden fest verbunden, auf dem die Düsen befestigt sind. Das Einleiten der zur Verbrennung erforderlichen Luft geschieht durch Düsen und gegebenenfalls durch Öffnungen, die in regelmässiger Verteilung in kreisförmigen Reihen in den beiden Wänden vorgesehen sind.

Für die erwähnte Baueinheit kann die Verwendung von Düsen zur Vorverdampfung vorgesehen werden.

Die Temperatur-, Druck- und stöchiometrischen Bedingungen, unter welchen die Verbrennung für diese Baueinheit geschieht, ermöglichen bei dieser das Erzielen einer Verbrennung, die schon vor dem Eintritt der Gase in die gemeinsame Verdünnungszone bereits vorgeschritten ist.

Infolge der verringerten Länge der äusseren Baueinheit ist die Verweilzeit der Gase von hoher Temperatur auf ein Mindestmaß herabgesetzt, da diese rasch in Kontakt mit kalter Luft gebracht werden, welche in den stromaufseitigen Teil der gemeinsamen Verdünnungszone eingeleitet wird, so daß die Reaktionen mit Bildung von Stickoxiden sehr rasch unterbrochen werden. Zwischen den beiden Baueinheiten ist ein Ringraum vorgesehen, um die Luftzirkulation zwischen diesen insbesondere zur Belieferung mit Luft der Öffnungen zu ermöglichen, die in den gegenüberliegenden Wänden der beiden Baueinheiten vorgesehen sind. Der Wärmeschutz der Wände der beiden Baueinheiten geschieht durch Kühlfilme oder durch irgendeine bekannte andere Technik.

Die gemeinsame Verdünnungs- und Mischzone wird durch die Verlängerung der Aussenwand der äusseren Baueinheit und der Innenwand der inneren Baueinheit über die Verbindungsstelle zwischen der Innenwand und der Aussenwand hinaus

909811/0910

gebildet. Die Verdünnungsöffnungen sind in den beiden Wänden dieser Mischzone so weit stromaufseitig wie möglich in der Nähe der stromabseitigen Enden jeder Baueinheit vorgesehen. Diese Öffnungen sind auf den in der gleichen Ebene befindlichen Kreisen regelmässig verteilt und ermöglichen das Einleiten von Luft in Form von durchdringenden Strahlen, die eine starke Verwirbelung in der Mischzone hervorrufen. Diese Anordnung hat zum Hauptziel, eine Schichtbildung der Ausströmung aus den beiden Baueinheiten zu vermeiden und dadurch die Verteilung der Temperaturen am Auslaß der Kammer zu verbessern, damit nicht übermässige Temperaturen an der Spitze der Turbinenschaufeln bei maximaler Geschwindigkeit wegen der relativen Anordnung der beiden Baueinheiten erreicht werden. Ferner ist die Rolle der Verdünnung zu erwähnen, welche durch den Luftstrom gespielt wird, der aus der äusseren Baueinheit im gedrosselten Zustand austritt.

Die innere Baueinheit ist mit einer Zündvorrichtung versehen, welche es ermöglicht, die Verbrennung bei geringen Drehzahlen ingang zu setzen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform geschieht das Einspritzen allein in die äussere Baueinheit bei erhöhten Drehzahlen, da die Belieferung mit Kraftstoff der inneren Baueinheit unterbrochen ist, nachdem die Verbrennung in der äusseren Baueinheit ingang gesetzt worden ist. Natürlich kann der Übergang vom gedrosselten Betrieb zu den erhöhten Drehzahlen dadurch geschehen, dass die äussere Baueinheit in progressiver Weise mit Kraftstoff versorgt wird und gleichzeitig die Belieferung der inneren Baueinheit mit Kraftstoff herabgesetzt wird.

Der den stromaufseitigen Teil des Gehäuses bildende Diffusor kann vorteilhaft durch einen ringförmigen profilierten

2838258

Körper unterteilt werden, um auf die Verteilung der Luftströmung einzuwirken, die aus dem Verdichter zwischen den beiden Baueinheiten austritt.

Im folgenden wird die Erfindung in Verbindung mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert, deren einzige Figur eine Halbinsicht im Schnitt durch eine Ebene ist, welche durch die Achse der Brennkammeranordnung gelegt ist.

Die gleichachsigen Wände des Gehäuses 1 werden durch ringförmige Mäntel gebildet, die miteinander verbunden sind und stromauf einen Diffusor 2 bilden, der die aus dem Verdichter austretende Luft mit einer optimalen Geschwindigkeit zuführt. Mit 3 ist eine feste Schaufel einer Leiteinrichtung bezeichnet. Am unterstromseitigen Ende des Gehäuses ist ein fester Turbinerverteiler angeordnet, von dem eine Schaufel bei 4 dargestellt ist.

Die eigentliche Brennkammer wird durch zwei ringförmige und gleichachsige Flammrohre bzw. Baueinheiten gebildet, deren Höhe, gemessen an einem Radius der Kammer im wesentlichen gleich ist und die in eine gemeinsame Verdünnungszone münden. Die innere Baueinheit 5 ist für den Betrieb im gedrosselten Zustand angepaßt und so gestaltet, daß die verschmutzende Emission bei dieser Drehzahl auf ein Mindestmaß begrenzt wird. Sie besitzt eine ringförmige Innenwand 6 und eine ringförmige Aussenwand 7. Diese Wände können z.B. in an sich bekannter Weise durch eine Folge von Blechringen hergestellt werden, die zwischen sich Durchlässe 8 bilden, welche zum Einleiten der Luft für die Kühlfilme bestimmt sind. An ihrem Boden 10 sind Einspritzdüsen 9 befestigt, welche die aerodynamische Zerstäubung des Kraftstoffes gewährleisten, der ihnen durch eine Rohrleitung 11 zugeführt wird, die mit einer geeig-

909811/0910

2838258

neten Zuführungseinrichtung verbunden ist.

Die zur Verbrennung notwendige Luft wird in die Baueinheit durch deren Düsen eingeleitet, in welchen sie die Zerstäubung des Kraftstoffes gewährleistet, und durch Öffnungen im Boden 10 in der Nähe der Düsen sowie durch Öffnungen 12 in Form von Düsen, welche in ihren Wänden vorgesehen sind. Die Öffnungen 12 spielen die gleiche Rolle wie die Primäröffnung einer Brennkammer herkömmlicher Art und ist ihre Zahl im allgemeinen in jeder Wand doppelt diejenige der Düsen. Die Öffnungen 12 sind in zwei in der gleichen Ebene liegenden Reihen verteilt, je eine in jeder Rohrwand, wobei der Abstand, axial gemessen, zwischen der Ebene der Düsen und derjenigen, welche die erwähnten Reihen enthält, zwischen dem 0,9-fachen und 1,2-fachen der halben Höhe, radial zum Flammrohr gemessen, liegt.

In der Zeichnung ist ersichtlich, daß die Düsen 9 auf einem erweiterten Zwischenteil 13 angeordnet sind, dessen Volumen mit bezug auf dasjenige der Kammer gering ist und in welchem Löcher 14 vorgesehen sind. Ein Teil der Primärluft kann daher in der Nähe der Düse in Form von Strahlen von hoher Geschwindigkeit eingeleitet werden, welche lokal die Verwirbelung verstärken, die die Homogenisierung des Gemisches begünstigt.

Eine Zündvorrichtung herkömmlicher Art (nicht dargestellt) ist in die Baueinheit 5 eingebaut. Die zur Verdünnung notwendige Luft wird stromab der Baueinheit 5 in die gemeinsame Verdünnungszone eingeleitet. Die für die Baueinheit 5 gewählte Gestaltung führt bei gedrossem Betrieb zu einer wesentlichen Herabsetzung der Emission von Kohlenmonoxid und unverbrannten Kohlenwasserstoffen wegen der Länge der Baueinheit und der stöchiome-

909811/0910

trischen Bedingungen bei der Nenndrehzahl, welche eine erhöhte Verweilzeit und damit den Abschluß der Reaktionen mit der Progressivität der Lufteinleitung und mit der Qualität der Verteilung des Kraftstoffes, welche sich aus dem gewählten Düsentyp ergibt, gewährleisten.

Das äussere Flammrohr 15 ist viel kürzer als die Baueinheit 5 und sein Volumen ist daher ebenfalls geringer als dasjenige der letzteren. Es ist so gestaltet, daß eine Verbrennung unter stöchiometrischen Bedingungen mit einer Verweilzeit erzielt wird, die so kurz wie möglich ist, und zwar jeweils für die gehaltene Nenndrehzahl die Reisedrehzahl oder den Start.

Es besitzt eine Aussenwand 16 und eine Innenwand 17, die an einem Boden 18 miteinander verbunden sind, auf dem Düsen 19 regelmässig verteilt angeordnet sind. Diese können vom Typ mit aerodynamischer Zerstäubung sein, wie dargestellt, oder vom Typ mit Vorverdampfung. Ein Rohrleitungssystem 20 gewährleistet die Verteilung des Kraftstoffes auf die Düsen 19 von einer Speisevorrichtung herkömmlicher Art aus. Die Wände 16 und 17 sind in an sich bekannter Weise aus Blechringen geformt, deren Wärmeschutz durch Kühlfilme sichergestellt ist, die in den Durchlässen, wie bei 8' gezeigt entstehen. Die zur Verbrennung erforderliche Luft wird in die Baueinheit 15 durch ihre Düsen eingeleitet, in welchen sie an der Zerstäubung des Kraftstoffes durch die Öffnungen teilnimmt, die in ihrem Boden 18 (nicht dargestellt) vorgesehen sind, und durch die in ihren Wänden vorgesehenen Öffnungen 21.

In der beiliegenden Zeichnung sind die Düsen 19 der äusseren Baueinheit wie diejenigen der inneren Baueinheit auf einem erweiterten Zwischenteil 13' angeordnet, dessen Vo-

lumen gegenüber demjenigen der Kammer gering ist und in welchem Öffnungen 14' von geringen Abmessungen vorgesehen sind.

Die Öffnungen 21 sind den Primäröffnungen für eine Kammer herkömmlicher Art ähnlich, so dass sich hierzu nähere Erläuterungen erübrigen. Diese Öffnungen 21 sind relativ stromaufseitig in der Zone 13 vorgesehen, um die Bildung von Zonen von zu hoher Anreicherung zu vermeiden, in welchen die erreichten Temperaturen die Bildung von Stickoxiden begünstigen würden. Um das Einleiten der zur Verbrennung erforderlichen Luft in die Baueinheit 15 noch weiter zu erleichtern, kann diese durch die Öffnungen 14' der Zwischenteile 13' und durch die Düsen allein geschehen, in welchem Falle die Löcher 21 weggelassen werden. Die für die Baueinheit 15 angewendete Konzeption hat zum Ziel, die Verweilzeit der Hochtemperaturgase mittels der verkürzten Länge dieser Baueinheit unter Verdünnung zu verkürzen, die daher sehr rasch in der gemeinsamen Mischzone eintritt. Die Temperatur- und die Druckbedingungen in der Baueinheit 15 bei hohen Drehzahlen ermöglichen, was diese betrifft, das Stattfinden der Reaktionen trotz der verringerten Länge derselben und daher das Erreichen eines niedrigen Emissionsindex an Kohlenmonoxid und unverbrannten Kohlenwasserstoffen.

Die Innenwand 6 des inneren Rohres 5 und die Aussenwand 16 des äusseren Rohres 15 sind über die Verbindung 22 ihrer Aussenwand 7 bzw. Innenwand 17 hinaus stromabseitig verlängert, um eine gemeinsame Verdünnungs- und Mischzone 23 zu bilden. An der Verbindungsstelle 22 ist eine Vorrichtung vorgesehen, um den Durchtritt von Kühlluft in dieser sicherzustellen.

Die Wände der Zone 23 werden ebenfalls durch Blechringe ge-

2838258

bildet, zwischen welchen Durchlässe, wie bei 8" gezeigt, für den die Kühlungsfilme bildenden Luftdurchtritt vorgesehen sind.

Öffnungen 24 in Form von Düsen sind über die beiden Wände der Zone 23 so weit stromaufwärts wie möglich regelmässig verteilt vorgesehen, um Luft in diese in Form von Strahlen einzuleiten, die eine starke Verwirbelung verursachen. Diese Anordnung ermöglicht die Durchführung der Verdünnung der die Baueinheiten 5 und 15 verlassenden Ströme unmittelbar stromaufwärts ihrer Mündungen in die Zone 23. Die Öffnungen 24 sind auf zwei kreisförmige Reihen verteilt, je eine Reihe für jede Wand, und befinden sich annähernd in einer gleichen Querebene und ihre Achsen konvergieren zur stromauf gelegenen Seite der Zone 23.

Die Verdünnung, welche durch die Luft erzielt wird, die durch die Öffnungen 24 hindurchtritt, ermöglicht die Homogenisierung der aus den Baueinheiten 5 und 15 austretenden Gasströme. Dies ist besonders wichtig bei hohen Drehzahlen, bei welchen lediglich die Baueinheit 15 arbeitet. Unter diesen Bedingungen verhindert die starke Durchwirbelung, welche durch die Verdünnungsluft erzeugt wird, die in die Mischzone eingeleitet wird, die Schichtenbildung der aus den Baueinheiten 5 und 15 austretenden Ströme, die zu einer übermässigen Erhitzung der Turbinenschaufelspitzen mit der für die beiden Baueinheiten gewählten relativen Anordnung führen würde.

Was den Diffusor 2 betrifft, so kann dieser mit einem ringförmigen profilierten Körper versehen werden, der die Verteilung der Luftmenge gewährleistet, welche aus dem Verdichter zwischen den Baueinheiten 5 und 15 austritt, unter gleichzeitiger Verbesserung der Strömungsqualität. Die Zwischenschaltung eines Profilkörpers von

909811/0910

2838258

geeigneter Form in dem Diffusor ermöglicht vor allem die Teilung eines großen Diffusorwinkels an der Spitze in zwei kleinere überlagerte Diffusorwinkel an der Spitze, wodurch das Lösen der Strömung von den Wänden und die Wirbelbildung vermieden wird.

Die Verteilung der aus dem Verdichter austretenden Luftmenge zwischen den beiden Baueinheiten hängt von der Art des Turboluftstrahltriebwerks ab, in welchem die Kammer eingebaut ist, und von den Eigenschaften seines Betriebszyklus. Für ein Triebwerk, mit dem ein Überschalltransportflugzeug ausgerüstet werden soll, kann die Verteilung dieser Luftmenge beispielsweise wie folgt geschehen:

- 35 % für die Gesamtheit der Kühlvorrichtungen der Wände der Baueinheiten und der Mischzone, eingeleitet durch beispielsweise die Vorrichtungen 8, 8', 8",
- 5 - 6 % für die Düsen der Baueinheit 5
- 15 % für die Düsen der Baueinheit 15
- während der Rest im gleichen Verhältnis wie für die Düsen zwischen den Primäröffnungen 12 und 21 der Baueinheiten 5 und 15 aufgeteilt wird.

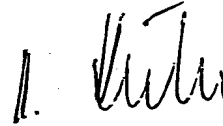
Eine erfindungsgemäße Brennkammeranordnung muß daher in zufriedenstellender Weise den Regelungen entsprechen, die hinsichtlich der Verschmutzung aufgestellt wurden, wobei die Konzeption ihrer Reisebaueinheit eine vollständige Verbrennung mit geringen Stickoxid-Emissionen wegen der verringerten Verweilzeit und der frühzeitigen Verdünnung gewährleistet, während die Konzeption der gedrosselten Baueinheit die Durchführung der Verbrennungsreaktionen bei geringen Drehzahlen wegen der längeren Verweilzeit

909811/0910

2838258

bevor die Verdünnung stattfindet, begünstigt. Die relative Anordnung der Baueinheiten ermöglicht ein leichtes Einbauen oder Ausbauen der Düsen und eine Vereinfachung in der Anordnung der Kraftstoffversorgungsleitungen. Das Vorhandensein von Verdünnungsöffnungen in einer gemeinsamen Mischzone stellt ihrerseits die Homogenisierung der Gasströme sicher, die aus den beiden Baueinheiten austreten, und diese Rolle ist bei erhöhten Drehzahlen wesentlich, um eine Schichtbildung zu vermeiden, die zu einer übermässigen Erhitzung der Turbinenschaufelspitzen führen würde.

Der Patentanwalt



009811/0910

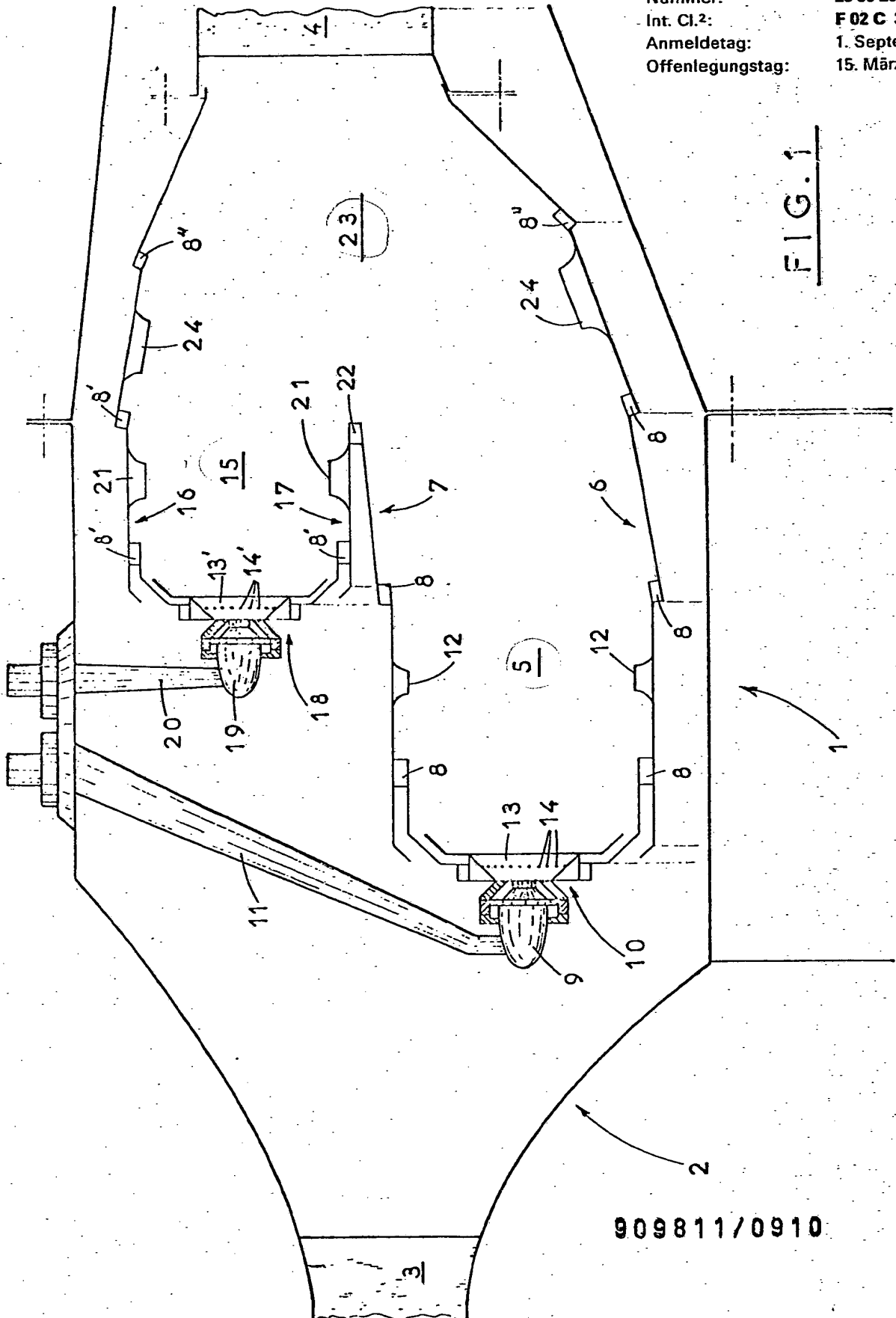
2838258

- 21 -

Nummer:
Int. Cl.2:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

28 38 258
F 02 C 3/00
1. September 1978
15. März 1979

FIG. 1



909811/0910

Pat.-Anm. vom 1. September 1978 (S.N.3.C.M.A) Brennkammeranordnung
PLANCHE UNIQUE